

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/022507 A2(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C04B 38/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009748

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. September 2003 (02.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 41 265.0 6. September 2002 (06.09.2002) DE(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): CERAMTEC AG [DE/DE]; Innovative Ceramic Engineering, Fabrikstrasse 23-29, 73207 Plochingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): MEIER, Gerd

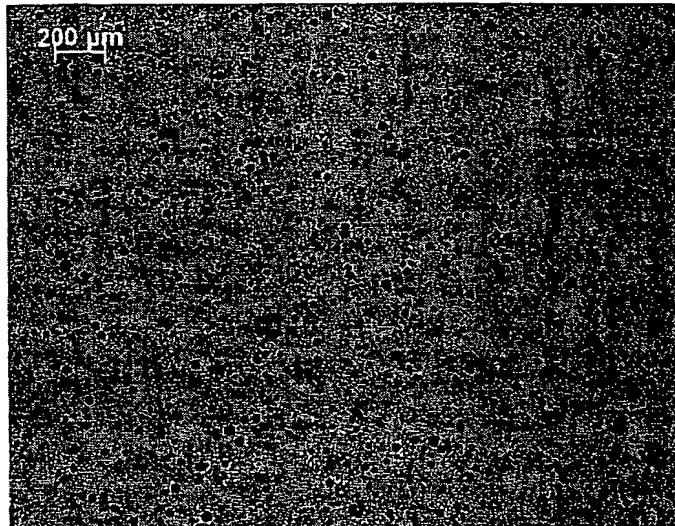
[DE/DE]; Diepersdorfer Hauptstr. 20 a, 91227 Leinburg (DE). BÖTTCHER, Jürgen [DE/DE]; Nürnberger Strasse 21, 90542 Eckental-Eschen (DE). ELTERLEIN, Konstantin [DE/DE]; Rödstrasse 3, 91233 Neunkirchen (DE). STEINER, Matthias [DE/DE]; Schumacherring 95, 90552 Röthenbach (DE). KÄFER, Dieter [DE/DE]; An der Leithe 10, 91338 Pettenstedel (DE). SIMMERL, Matthias [DE/DE]; In der Point 11, 91239 Henfenfeld (DE).

(74) Anwalt: UPPENA, Franz; Dynamit Nobel Aktiengesellschaft, Patente, Marken &amp; Lizzenzen, Kaiserstrasse 1, 53840 Troisdorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN,*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: SINTERED SILICON CARBIDE BODIES WITH OPTIMISED TRIBOLOGICAL PROPERTIES FOR THE SLIDE AND SEALING SURFACES THEREOF

(54) Bezeichnung: GESINTERTE SILICIUMCARBIDKÖRPER MIT OPTIMIERTEN TRIBOLOGISCHEN EIGENSCHAFTEN IHRER GLEIT- BEZIEHUNGSWEISE DICHTFLÄCHEN



(57) Abstract: The material silicon carbide possesses not just extraordinarily good thermal, chemical and mechanical properties, as a result of an adjustable porosity it is also possible to apply the material in conditions with difficult tribological relationships. As the porosity influences not only the friction between two workpieces, but also the rigidity of a material, a careful selection of pore diameter, number of pores per unit volume of material and the distribution of the pores in the material is necessary. According to the invention, with a porosity of the sintered silicon carbide body of 2 to 12 vol. %, comprised of non-communicating closed pores, evenly distributed in the material, the pores are spherical and have a nominal diameter of from 10 µm to 48 µm.

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*



IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Der Werkstoff Siliciumcarbid hat nicht nur außergewöhnlich gute thermische, chemische und mechanische Eigenschaften. Aufgrund einer einstellbaren Porosität ist es zusätzlich möglich, den Werkstoff dort einzusetzen, wo schwierige tribologische Verhältnisse herrschen. Weil die Porosität nicht nur auf die Reibung zwischen zwei Werkstücken Einfluss hat, sondern auch auf die Festigkeit eines Werkstoffs, ist eine sorgfältige Auswahl der Poredurchmesser, der Anzahl der Poren pro Volumeneinheit des Werkstoffs sowie der Verteilung der Poren im Werkstoff erforderlich. Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, dass bei einer Porosität der gesinterten Siliziumcarbidkörper von 2 bis 12 Vol.-%, wobei die Porosität aus nicht zusammenhängenden, geschlossenen Poren besteht, die gleichmäßig im Werkstoff der Körper verteilt sind, die Poren kugelförmig sind und dass sie einen Nenndurchmesser von 10 µm bis 48 µm aufweisen.

## **Gesinterte Siliciumcarbidkörper mit optimierten tribologischen Eigenschaften ihrer Gleit- beziehungsweise Dichtflächen**

Die Erfindung betrifft gesinterte Siliciumcarbidkörper mit einer definierten Porosität und dadurch bedingten optimalen tribologischen Eigenschaften ihrer Gleit- beziehungsweise Dichtflächen.

Der Werkstoff Siliciumcarbid hat nicht nur außergewöhnlich gute thermische, chemische und mechanische Eigenschaften. Aufgrund einer einstellbaren Porosität ist es zusätzlich möglich, den Werkstoff dort einzusetzen, wo schwierige tribologische Verhältnisse herrschen. Insbesondere dort, wo die 10 Gefahr besteht, dass zwischen zwei sich gegeneinander bewegenden Gleitflächen in Folge eines Mangels an Schmiermittel Trockenreibung entsteht, dienen die an die Oberfläche tretenden offenen Poren als Schmiermittelreservoir. Diese Eigenschaft wird beispielsweise bei Gleit- und Dichtringen genutzt.

Weil die Porosität nicht nur auf die Reibung zwischen zwei Werkstücken Einfluss 15 hat, sondern auch auf die Festigkeit eines Werkstoffes, ist eine sorgfältige Auswahl der Porendurchmesser, der Anzahl der Poren pro Volumeneinheit des Werkstoffes sowie der Verteilung der Poren im Werkstoff erforderlich. Die Poren dürfen nicht so groß sein, dass sie den Werkstoff schwächen und ihre Anzahl darf nicht dazu führen, dass sich die Poren untereinander verbinden und zu 20 schwammartigen Strukturen führen. Dadurch würden beispielsweise Dichtringe ihre Funktion verlieren. Andererseits dürfen die Poren nicht so klein sein, dass das flüssige Medium, das als Schmiermittel dienen soll, aufgrund seiner Oberflächenspannung nicht in die Poren eindringt und sie nicht füllt oder nicht aus den Poren austritt.

25 Aus dem europäischen Patent EP 0 578 408 B1 ist ein Siliciumcarbid-Sinterkörper mit einer Porosität im Bereich von 2 bis 12 Vol.-% bekannt, wobei die freien Poren einen Nenndurchmesser zwischen 50 und 500 µm aufweisen,

die Poren geschlossen sind und die Poren gleichmäßig innerhalb des Körpers verteilt sind.

In der europäischen Patentanmeldung EP 0 578 408 A2 werden die selben Merkmale mit dem einzigen Unterschied beansprucht, dass die Form der Poren 5 sphärisch sein soll.

Aus dem europäischen Patent EP 0 486 336 B1 ist ein Sinterkörper auf Siliciumcarbid-Basis bekannt, der frei von imprägniertem Silicium ist und der im wesentlichen geschlossene Poren in einer näherungsweise kugeligen Form mit einem mittleren Durchmesser zwischen 60 und 200 µm und eine Gesamtporosität 10 zwischen 4 und 18 % aufweist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Sinterkörper aus Siliciumcarbid vorzustellen, die aufgrund des Anteils an Poren mit einem definierten Nenndurchmesser optimal auf die jeweiligen tribologischen Verhältnisse abstimmbar sind.

15 Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit Hilfe der kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

Die erfindungsgemäßen gesinterten Siliciumkarbidkörper sind gekennzeichnet durch eine Gesamtporosität von 2 bis 12 Vol.-% und kugelförmigen Poren mit 20 einem Nenndurchmesser, der zwischen 10 µm und 48 µm liegt, wobei die Poren gleichmäßig im Werkstoff des Sinterkörpers verteilt sind. Vorzugsweise haben die kugelförmigen Poren einen Nenndurchmesser von 15 µm bis 45 µm.

Es wird bewusst ein enger Bereich der Porendurchmesser gewählt, denn dadurch entstehen auf der Gleitfläche der Sinterkörper, die durch eine 25 Oberflächenbearbeitung, beispielsweise durch Schleifen, Läppen, Polieren, die

geforderte Oberflächengüte erhält, offene Poren mit Öffnungen, die den maximalen Nenndurchmesser der Poren nicht überschreiten und die gleichmäßig über die Oberfläche verteilt sind. Diese Poren bewirken sehr gleichmäßig auf der Gleitfläche verteilte Schmiermittelreservoir, die eine homogene Verteilung des 5 Schmiermittels für den Notlauf auf der Gleitfläche ermöglichen. Dadurch sind an jeder Position der Gleitfläche gleichförmige Notlaufeigenschaften gewährleistet.

Die enge Begrenzung des Bereichs der Porendurchmesser, die Verteilung der Porengrößen über die Gesamtmenge der Poren sowie die Porosität werden vorteilhaft durch die Auswahl und die Menge der Porosierungsmittel bestimmt. Ist 10 beispielsweise ein Durchmesserbereich der kugelförmigen Poren von 30 µm bis 48 µm gewünscht, sind Porosierungsmittel mit einem minimalen Teilchendurchmesser von 36 µm und einem maximalen Teilchendurchmesser von 57 µm einzusetzen, wenn ein technisches Aufmaß des Werkstücks von 20 % zugrundegelegt wird, womit die lineare keramische Schwindung von 16,7 % 15 berücksichtigt wird. Das technische Aufmaß ist wie folgt definiert: Von dem Maß vor dem Sintern wird das Maß nach dem Sintern abgezogen. Die Differenz wird durch das Maß nach dem Sintern dividiert. Das Ergebnis ist das technische Aufmaß. Die keramische Schwindung ist wie folgt definiert: Von dem Maß vor dem Sintern wird das Maß nach dem Sintern abgezogen. Die Differenz wird 20 durch das Maß vor dem Sintern dividiert. Das Ergebnis ist die keramische Schwindung.

Zur Erzeugung der gewünschten Porengrößen müssen unter Berücksichtigung der Schwindung beim Sintern der Siliciumcarbidkörper die Porosierungsmittel entsprechend konfektioniert werden, beispielsweise durch Trocken- oder 25 Naßsieben. Durch aus dem Stand der Technik bekannte Mahlverfahren können zuvor die gewünschten Ausgangskorngrößen für die anorganischen Rohstoffe erzeugt werden.

Als Porosierungsmittel sind nur Stoffe geeignet, die sich derart aus dem Werkstoff des Bauteils entfernen lassen, dass die kugelförmigen Poren in dem gewünschten Durchmesserbereich entstehen. Als Porosierungsmittel werden sogenannte Ausbrennstoffe verwendet wie beispielsweise von den Polymeren 5 Polymethylmethacrylat (PMMA), Polyethylen (PE) oder Polystyrol (PS), von den Wachsen Paraffinwachse oder Polyethylenwachse und Naturprodukte wie Stärke oder Cellulose.

Die Porosierungsmittel werden in an sich bekannter Weise den anorganischen, keramischen Ausgangsstoffen der Sinterkörper beigemischt. In der Regel erfolgt 10 das durch Suspendieren in einem geeigneten flüssigen Medium, anschließendem Mischen mit den anorganischen Ausgangsstoffen, Zugabe und Homogenisieren der organischen Bindemittel und nachfolgendem Sprühtrocknen (Sprühgranulierung). Möglich ist aber auch die Suspendierung in einer Suspension, bestehend aus einem flüssigem Medium mit den bereits darin 15 gelösten Bindemitteln und den keramischen Rohstoffen. Die Formgebung erfolgt in der Regel durch Formpressen.

Bei der Auswahl der Porosierungsmittel ist darauf zu achten, dass sie nicht durch Krafteinwirkung zerstört oder deformiert werden, beispielsweise beim Mischen mit dem anorganischen keramischen Schlicker durch die Scher- und Mahlwirkung. 20 Ebenso dürfen die Porosierungsmittel bei der Formgebung durch Pressen kein zu starkes Rückfederungsverhalten aufweisen. Das würde beim Entlasten der Presslinge zu SpannungsrisSEN in dem gepressten Grünkörper führen. Eine Verdichtung der Porosierungsmittel, verbunden mit einer geringfügigen Deformation während des Press- und Verdichtungsvorgangs kann toleriert 25 werden.

Werden die keramischen Ausgangsstoffe in Wasser suspendiert, müssen die Porosierungsmittel wasserunlöslich, mindestens aber in Wasser schwer löslich sein. Über diese Eigenschaften verfügen beispielsweise native Stärken, die sich

in kaltem Wasser nicht lösen, wenn sie zuvor keiner chemischen oder thermischen Behandlung unterzogen wurden. Jede Stärkesorte, je nach Herkunft als Mais-, Reis- oder Weizenstärke definiert, ist durch einen bestimmten Durchmesser der kugelförmigen Stärkepartikel gekennzeichnet, so dass die

5 Porosität und die Poredurchmesser im Werkstoff eines Sinterkörpers gezielt eingestellt werden können.

Nach der Formgebung der Siliciumcarbidkörper als Grünkörper, die in der Regel mittels eines Pressverfahrens erfolgt, werden in einer dem Sinterprozeß vorgeschalteten Temperaturbehandlung, der Pyrolyse, sowohl die organischen

10 Bindemittel als auch die als Platzhalter für die Poren eingebrachten Porosierungsmittel vollständig oder zumindest nahezu vollständig aus dem Werkstoff des Presskörpers entfernt. Die erfindungsgemäß eingesetzten Porosierungsmittel zersetzen sich vollständig und hinterlassen als Zersetzungsrrest eventuell lediglich geringe Mengen an Kohlenstoff. Diese Reste

15 von Kohlenstoff bewirken aber beim nachfolgendem Sintern keine negative Beeinflussung der Zusammensetzung und der Eigenschaften des Werkstoffs. Das Sintern der so vorbehandelten Presskörper erfolgt analog dem Sintern von Formkörpern aus Siliciumcarbid ohne Porosierung, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist.

20 Nach dem Sintern erfolgt eine Bearbeitung der Funktionsoberflächen mittels der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren wie Schleifen, Läppen und Polieren, wobei die Bearbeitung vorzugsweise mit Diamantpulver beziehungsweise Diamantwerkzeugen erfolgt. Je nach Anforderungsprofil ist es nicht erforderlich, alle drei Verfahren anzuwenden. Es können auch einzelne

25 Bearbeitungsverfahren oder die Kombination von zwei Verfahren genügen, beispielsweise nur Schleifen oder Läppen beziehungsweise Schleifen und Polieren oder Schleifen und Läppen. Nach diesen Bearbeitungsverfahren muss die Oberfläche sorgfältig gereinigt werden, um die Poren freizulegen und den

eventuell eingedrungenen abgetragenen Werkstoff der Oberfläche zu beseitigen. Das kann beispielsweise durch Reinigen in Ultraschallbädern erfolgen.

Anhand von vier Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

5 Figur 1: Aufnahme des Porosierungsmittels Polymethylmethacrylat (PMMA),  
lichtmikroskopische Aufnahme,

Figur 2: eine lichtmikroskopische Aufnahme eines Schliffbildes der Oberfläche  
eines Ausführungsbeispiels mit einer Porosität von 4,77 %,

Figur 3: ein erfindungsgemäßer Dichtring,

10 Figur 4: eine lichtmikroskopische Aufnahme eines Schliffbildes der Oberfläche  
eines Ausführungsbeispiels mit einer Porosität von 6,04 %,

Figur 5: eine lichtmikroskopische Aufnahme eines Schliffbildes der Oberfläche  
eines Ausführungsbeispiels mit einer Porosität von 3,77 % und

15 Figur 6: eine lichtmikroskopische Aufnahme eines Schliffbildes der Oberfläche  
eines Ausführungsbeispiels mit einer Porosität von 7,69 %.

Der anorganische, der keramische Werkstoff, setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen: Alpha-Siliciumcarbid (SiC), Zirkondiborid (ZrB<sub>2</sub>), Kohlenstoff (C) und Bor (B). Zur Herstellung der Grünkörper werden Dispergiermittel und Bindemittel eingesetzt wie beispielsweise Wachsbinder  
20 Polyethylenglycolbinder und Acrylatbinder.

Um die Poren zu erzeugen, wird bei den vorliegenden Beispielen Polymethylmethacrylat (PMMA) zugegeben. Figur 1 zeigt eine lichtmikroskopische Aufnahme des Porosierungsmittels PMMA. Deutlich zu erkennen ist die ideale kugelförmige Gestalt der Teilchen. Ihr Durchmesser liegt  
25 im Bereich von etwa 18 µm bis etwa 57 µm, wobei der Anteil der Teilchen mit Durchmessern zwischen 20 µm und 45 µm bei etwa 80% der Gesamtmenge liegt.

Durch die Reduktion der Teilchengröße aufgrund der linearen keramischen Sinterschwindung von 16,7% liegt der mögliche minimale Nenndurchmesser der Poren bei etwa 15 µm, der maximale bei etwa 48 µm und der durchschnittliche bei etwa 30 µm.

5 Ausführungsbeispiel 1:

Gesamtzusammensetzung zu 100%:

Anorganische Werkstoffe:

Alpha-Siliciumcarbid (SiC)	77,70 %
Zircondiborid (ZrB <sub>2</sub> )	9,22 %
10 Kohlenstoff (C)	2,98 %
Bor (B)	0,45 %

Organische Bestandteile (Binder, Dispergiermittel):

Dispergiermittel	2,14 %
Wachsbinder	1,81 %
15 Polyethylenglykolbinder	1,81 %
Acrylatbinder	1,81 %

Porosierungsmittel:

Polymethylmethacrylat (PMMA) 2,08 %

Die homogenisierten, vorgemahlenen anorganischen Rohstoffe entsprechend der 20 oben angegebenen Gesamtzusammensetzung wurden in Wasser mit dem darin gelösten Dispergiermittel und den organischen Bestandteilen etwa 30 min dispergiert, anschließend erfolgte die Zugabe des Porosierungsmittels PMMA, das wiederum 30 min dispergiert wurde. Nach Zugabe und Homogenisierung der organischen Bindemittel wurde die Suspension sprühgetrocknet, um ein 25 pressfähiges Sprühgranulat zu erhalten.

Das Sprühgranulat wurde uniaxial zu Vollzylindern mit einem Durchmesser von 20 mm und einer Höhe von 8 mm verpresst. Die Vollzylinder wurden unter

Schutzgasatmosphäre 120 min lang bei einer Temperatur von 2070°C gesintert. Durch die Dichtebestimmung wurde eine Gesamtporosität von 4,77% ermittelt. Figur 2 zeigt die Verteilung der Poren auf der angeschliffenen und polierten Oberfläche.

5 Die Größe der definiert eingebrachten Poren ergibt sich aus der Teilchengrößenverteilung des eingebrachten Porosierungsmittels (Figur 1) durch Reduktion der Teilchengrößen um die keramische Schwindung von 16,7%, wie oben erläutert.

Für die Ausführungsbeispiele 2 bis 4 wurden, abweichend vom 10 Ausführungsbeispiel 1, die anorganischen und die organischen Komponenten wie im Ausführungsbeispiel 1 miteinander gemischt und danach ein pressfähiges Sprühgranulat hergestellt. In dieses wurde das Porosierungsmittel PMMA trocken eingebracht und die Dispersion trocken durchgeführt.

Die Werkstoffzusammensetzung der Ausführungsbeispiele 2 bis 4 weicht von der 15 des Ausführungsbeispiels 1 geringfügig ab.

#### Ausführungsbeispiel 2:

##### Gesamtzusammensetzung zu 100%:

###### Anorganische Werkstoffe:

Alpha-Siliciumcarbid (SiC)	77,18 %
20 Zircondiborid (ZrB <sub>2</sub> )	9,15 %
Kohlenstoff (C)	2,96 %
Bor (B)	0,45%

###### Organische Bestandteile (Binder, Dispergiermittel):

Dispergiermittel	2,16 %
25 Wachsbinder	1,79 %
Polyethylenglykolbinder	1,79 %

Acrylatbinder 1,79 %

Porosierungsmittel:

Polymethylmethacrylat (PMMA) 2,73 %

5 Ein Sprühgranulat mit der oben angegebenen Stoffzusammensetzung wurde mit dem Porosierungsmittel PMMA in der angegebenen Partikelgröße in folgendem Mengenverhältnis trocken gemischt: Sprühgranulat: 97,27% und PMMA: 2,73%.

Diese Mischung wurde uniaxial zu Gleitringen gemäß der schematischen Darstellung in Figur 3 verpresst und unter Schutzgasatmosphäre 120 min lang 10 bei einer Temperatur von 2070°C gesintert. Durch die Dichtebestimmung wurde eine Gesamtporosität von 6,04% ermittelt. Der Nenndurchmesser der Poren liegt in dem selben Bereich wie beim Ausführungsbeispiel 1. Figur 4 zeigt die Verteilung der Poren auf der angeschliffenen Oberfläche der gesinterten Ringe, in Figur 3 mit a bezeichnet.

15 Ausführungsbeispiel 3:

Gesamtzusammensetzung zu 100%:

Anorganische Werkstoffe:

Alpha-Siliciumcarbid (SiC) 77,94 %

Zircondiborid (ZrB<sub>2</sub>) 9,24 %

20 Kohlenstoff (C) 2,99 %

Bor (B) 0,45%

Organische Bestandteile (Binder, Dispergiermittel):

Dispergiermittel 2,17 %

Wachsbinden 1,81 %

25 Polyethylenglykolbinder 1,81%

Acrylatbinder 1,81 %

**Porosierungsmittel:****Polymethylmethacrylat (PMMA) 1,78 %**

Nach dem unter Ausführungsbeispiel 2 beschriebenen Verfahren wurden Gleitringe mit einer niedrigeren Gesamtporosität hergestellt. Die 5 Zusammensetzung war wie folgt: Sprühgranulat: 98,22% und PMMA: 1,78%. Die Gesamtporosität der gesinterten Ringe beträgt 3,77%. Der Nenndurchmesser der Poren liegt in dem selben Bereich wie beim Ausführungsbeispiel 1. Figur 5 zeigt die Verteilung der Poren auf der angeschliffenen Oberfläche der gesinterten Ringe.

**10 Ausführungsbeispiel 4:****Gesamtzusammensetzung zu 100%:****Anorganische Werkstoffe:**

Alpha-Siliciumcarbid (SiC)	76,47 %
Zircondiborid (ZrB <sub>2</sub> )	9,07 %
15 Kohlenstoff (C)	2,93 %
Bor (B)	0,44%

**Organische Bestandteile (Binder, Dispergiermittel):**

Dispergiermittel	2,12 %
Wachsbinder	1,78 %
20 Polyethylenglykolbinder	1,78 %
Acrylatbinder	1,78 %

**Porosierungsmittel:****Polymethylmethacrylat (PMMA) 3,63 %**

Nach dem unter Ausführungsbeispiel 2 beschriebenen Verfahren wurden 25 Gleitringe mit einer höheren Gesamtporosität hergestellt. Die Zusammensetzung war wie folgt: Sprühgranulat: 96,37% und PMMA: 3,63%. Die Gesamtporosität der gesinterten Ringe beträgt 7,69%. Der Nenndurchmesser der Poren liegt in

dem selben Bereich wie beim Ausführungsbeispiel 1. Figur 6 zeigt die Verteilung der Poren auf der angeschliffenen Oberfläche der gesinterten Ringe.

**Patentansprüche**

1. Gesinterte Siliciumcarbidkörper mit einer Porosität von 2 bis 12 Vol.-%, wobei die Porosität aus nicht zusammenhängenden, geschlossenen Poren besteht, die gleichmäßig im Werkstoff der Körper verteilt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren kugelförmig sind und dass sie einen Nenndurchmesser von 10 µm bis 48 µm aufweisen.
2. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren einen Nenndurchmesser von 15 µm bis 45 µm aufweisen.
3. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der anorganische Bestandteil des Werkstoffs aus 80% bis 98% Siliciumcarbid, 0,5% bis 5% Kohlenstoff, 0,3% bis 5% Bor und 0% bis etwa 20% eines Hartstoffs aus der Gruppe der Boride und/oder Silicide enthält.
4. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der anorganische Bestandteil des Werkstoffs aus 85% bis 98% Siliciumcarbid, 1,5% bis 4% Kohlenstoff, 0,5% bis 2% Bor und 0% bis etwa 12% eines Hartstoffs aus der Gruppe der Boride und/oder Silicide enthält.
5. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Siliciumcarbid Alpha-Siliciumcarbid ist.
- 20 6. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Porosierungsmittel Ausbrennstoffe verwendet werden wie Polymere, Wachse Stärken oder Cellulose.
7. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Porosierungsmittel Polymethylmethacrylat (PMMA) verwendet wird.

8. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Porosierungsmittel in einer Menge von etwa 0,70 bis 5,40 Gew.-% zugegeben wird.
9. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Teilchen des Porosierungsmittels vor der Verdichtung des Grünkörpers im Bereich von etwa 18 µm bis etwa 57 µm liegt.
10. Gesinterte Siliciumcarbidkörper nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der Teilchen mit Durchmessern zwischen 30 µm und 45 µm bei etwa 80% der Gesamtmenge liegt.
11. Verfahren zur Herstellung von gesinterten Siliziumcarbidkörpern nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Porosierungsmittel in der Suspension der anorganischen Rohstoffkomponenten des Werkstoffs dispergiert wird und nach der Formgebung die zur Herstellung der Sinterkörper erforderliche Wärmebehandlung mittels Pyrolyse und Sintern erfolgt.
12. Verfahren zur Herstellung von gesinterten Siliziumcarbidkörpern nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Porosierungsmittel in der Suspension der anorganischen und organischen Rohstoffkomponenten des Werkstoffs dispergiert wird und nach der Formgebung die zur Herstellung der Sinterkörper erforderliche Wärmebehandlung mittels Pyrolyse und Sintern erfolgt.
13. Verfahren zur Herstellung von gesinterten Siliziumcarbidkörpern nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Suspension der anorganischen und organischen Rohstoffkomponenten des Werkstoffs getrocknet wird und dass das Porosierungsmittel im trockenen Zustand mit

den bereits gemischten anorganischen und organischen Komponenten homogen gemischt wird und nach der Formgebung die zur Herstellung der Sinterkörper erforderliche Formgebung und die Wärmebehandlung mittels Pyrolyse und Sintern erfolgt.